CHEMISCHE

UND

PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

DER

KAISERIN AUGUSTE VIKTORIA-QUELLE

ZU

BAD HOMBURG v. d. Höhe.

AUSGEFÜHRT IM CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS

VON

Dr. H. FRESENIUS,
GEH. REGIERUNGSRAT UND PROFESSOR.

Die Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zu Homburg v. d. Höhe, welche ihren Ursprung in Tonschiefer und Quarz hat, wurde im Jahre 1906 erbohrt und gefasst. Das Bohrloch hat einen Durchmesser von 200 *mm* und ist 28,25 *m* tief. Das Steigrohr hat 100 *mm* lichte Weite, besteht aus gezogenem, gemufftem Kupferrohr von 3 *mm* Wandstärke, ist vom 15. Meter abwärts durchlocht und von einem Kiesfilter umgeben, wodurch dem in diesen Schichten lagernden Mineralwasser das Emporfliessen ermöglicht wird. Vom 15. bis 7. Meter aufwärts ist das kupferne Steigrohr mit einem Zementmantel umschlossen, um das umfliessende Grundwasser von der Quelle fernzuhalten; den gleichen Zweck hat ein gusseiserner, kreisrunder Schacht, welcher vom 7. Meter bis Terrain reicht, und in welchen zwischen dem 6. und 7. Meter eine wasserdichte Betonsohle eingebaut ist. Die Quelle fliesst in diesem Schachte in eine Terrazzoschale aus, welche etwa 3 *m* unter Terrain liegt. Das nicht für Trinkzwecke verwendete Wasser fliesst aus der Schale nach einem etwa 200 *m* entfernten Sammelschacht, von wo aus es mittels Pumpen nach den Mineralwasser-Hochbehältern der Badehäuser geschafft wird, um hier für die berühmten kohlensauren Mineralbäder Verwendung zu finden.

Im Auftrage der städtischen Kur- und Badeverwaltung zu Homburg v. d. Höhe habe ich das Mineralwasser der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle einer ausführlichen chemischen und einer physikalisch-chemischen Untersuchung unterworfen, deren Ergebnisse ich nachstehend mitteile.

A. Chemische Untersuchung.

Die Temperatur des Mineralwassers betrug am 1. November 1906, im Brunnenschacht gemessen, 9,40° C., bei einer Lufttemperatur von 12,5° C. und einem Barometerstand von 734 *mm*.

Im Trinkglase und in einer 5 Liter haltenden Flasche aus weissem Glase ist das Wasser klar und farblos. Nach einiger Zeit setzen sich an den Wandungen des Trinkglases Gasblasen an. Der Geschmack des Wassers ist stark salzig und erfrischend. Beim Schütteln in einer halb gefüllten 5 Liter-Flasche tritt starke Kohlensäureentwicklung ein.

Das spezifische Gewicht des Mineralwassers ergab sich bei 17,0° C. zu 1,015646 [1]).

Das Wasser der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle fängt bei längerem Stehen in offener Flasche an zu opalisieren, und zwar erst weisslich und später ins Gelbliche übergehend.

Beim Erwärmen und Kochen des Mineralwassers findet zunächst starke Kohlensäureentwicklung statt, dann tritt Opaleszenz ein, schliesslich bildet sich ein anfangs weisser, dann gelblich aussehender und zuletzt bräunlich werdender Niederschlag.

Zu Reagenzien verhält sich das der Quelle frisch entnommene Mineralwasser folgendermafsen:

Blaues Lackmuspapier färbt sich im Wasser sofort deutlich rot, an der Luft nimmt es wieder die blaue Farbe an.

Rotes Lackmuspapier zeigt anfangs keine Veränderung, beim Liegen an der Luft wird es blau.

Kurkumapapier ändert im Wasser seine Farbe nicht, beim Liegen an der Luft färbt es sich allmählich braun.

Salzsäure bewirkt eine starke Gasentwicklung; fügt man zu dem damit angesäuerten Wasser Chlorbaryumlösung hinzu, so tritt zuerst keine Veränderung ein, nach einiger Zeit entsteht eine geringe Opaleszenz.

Ammon bewirkt sofort starke Trübung.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in dem mit Salpetersäure angesäuerten Wasser sofort einen dicken, käsigen Niederschlag.

Oxalsaures Ammon bewirkt sofort einen deutlichen Niederschlag.

---

[1]) Bestimmt nach der von R. Fresenius angegebenen Methode, Zeitschrift für analytische Chemie, Band 1, Seite 178.

Gerbsäure färbt das Wasser anfangs schwach rötlich, nach einiger Zeit wird die Färbung dunkler.

Gallussäure färbt das Wasser nach einiger Zeit blau-violett; die Färbung wird allmählich dunkler.

Ferrocyankalium bewirkt in dem mit Salzsäure angesäuerten Wasser nach einiger Zeit eine schwache blau-grüne Färbung.

Ferridcyankalium färbt das mit Salzsäure angesäuerte Wasser sofort deutlich blau.

Mit Jodzinkstärke und verdünnter Schwefelsäure liefert das Wasser auch nach längerem Stehen keine Blaufärbung, wodurch die Abwesenheit von salpetriger Säure erwiesen ist.

Die qualitative Analyse des Mineralwassers, nach der in R. Fresenius' Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, 16. Auflage, § 211 ff. angegebenen Methode ausgeführt, liess folgende Bestandteile erkennen. (Die eingeklammerten sind nur in Spuren vorhanden und wurden deshalb nicht quantitativ bestimmt.)

Basen:	Säuren und Halogene:
Natron,	Kohlensäure,
Kali,	Schwefelsäure,
(Cäsion),	Phosphorsäure,
(Rubidion),	Borsäure,
Lithion,	(Salpetersäure),
Ammon,	Arsensäure,
Kalk,	Kieselsäure,
Baryt,	Chlor,
Strontian,	Jod,
Magnesia,	Brom,
(Tonerde),	(Fluor).
Eisenoxydul,	
Manganoxydul.	

Die quantitative Analyse wurde im wesentlichen nach den Methoden ausgeführt, welche in R. Fresenius' Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 6. Auflage, § 208 ff., angegeben sind.

Nachstehend teile ich unter I. die Originalzahlen, unter II. die Berechnung der Analyse, unter III. die Kontrolle derselben und unter IV. die Zusammenstellung der Resultate mit.

I. Originalzahlen.

1. Bestimmung des Chlors.

a) 35,7260 *g* Wasser lieferten 1,5664 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 43,844819 p. M.

b) 30,8050 *g* Wasser lieferten 1,3480 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 43,759130 « «

Mittel . . 43,801975 p. M.

Zieht man hiervon ab das dem Brom und Jod entsprechende Brom- und Jodsilber, nämlich:

für Brom: Bromsilber (nach 2 b) 0,007717 p. M.

für Jod: Jodsilber (nach 2 a) . 0,000059 « «

Summe . . 0,007776 « «

so bleibt Chlorsilber . . 43,794199 p. M.

entsprechend Chlor . 10,827900 « «

2. Bestimmung des Jods und Broms.

a) 16250 *g* Wasser lieferten so viel freies, in Schwefelkohlenstoff gelöstes Jod, dass zu dessen Überführung in Jodnatrium 3,56 *cc* einer Lösung von Natriumthiosulfat erforderlich waren, von welcher 13,40 *cc* 0,001947 *g* Jod entsprachen. Hieraus berechnet sich ein Gehalt an Jod von 0,000517 *g*, entsprechend . . 0,000032 p. M.

entsprechend Jodsilber . 0,000059 « «

b) Die vom Jod getrennte Lösung ergab, mit Silberlösung gefällt, 4,0093 *g* Chlor-Bromsilber:

α) 1,5464 *g* desselben ergaben, im Chlorstrom geschmolzen, eine Gewichtsabnahme von 0,0114 *g*. Die Gesamtmenge des Chlor-Bromsilbers hätte somit abgenommen um . . . . 0,0296 *g*

β) 1,5537 *g* nahmen ab um 0,0115 *g*, demnach die Gesamtmenge um . . . . 0,0297 *g*

Abnahme des Chlor-Bromsilbers im Mittel . . 0,0297 *g*

Hieraus berechnet sich der Bromsilbergehalt der 16250 *g* Wasser zu 0,1254 *g*, entsprechend . . . 0,007717 p. M.,

entsprechend Brom . . 0,003284 « «

3. Bestimmung der Schwefelsäure.

a) 507,40 *g* Wasser lieferten 0,0263 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure	0,017775 p. M.
b) 507,10 *g* Wasser lieferten 0,0262 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure	0,017718 « «
Mittel . .	0,017747 p. M.

4. Bestimmung der Kohlensäure.

a) 157,0290 *g* Wasser lieferten in Natronkalkröhren aufgefangene Kohlensäure 0,5571 *g*, entsprechend	3,547752 p. M.
b) 171,1385 *g* Wasser lieferten 0,6096 *g* Kohlensäure, entsprechend	3,562026 « «
Mittel . .	3,554889 p. M.

5. Bestimmung der Kieselsäure.

a) 2106,5 *g* Wasser lieferten 0,0630 *g* Kieselsäure, entsprechend	0,029907 p. M.
b) 2156,0 *g* Wasser lieferten 0,0643 *g* Kieselsäure, entsprechend	0,029823 « «
Mittel . .	0,029865 p. M.

6. Bestimmung des Eisenoxyduls.

a) Das Filtrat von 5a lieferte 0,0873 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul	0,037298 p. M.
b) Das Filtrat von 5b lieferte 0,0899 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul.	0,037528 « «
Mittel . .	0,037413 p. M.

7. Bestimmung des Kalks.

a) 203,20 *g* Wasser wurden in schwach essigsaurer Lösung mit oxalsaurem Ammon gefällt. Die oxalsauren Salze ergaben, in kohlensaure Verbindungen übergeführt, 0,6700 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend . . . . 3,297244 p. M.

b) 200,60 *g* Wasser lieferten 0,6593 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend . . . . 3,286640 « «

Mittel . . 3,291942 p. M.

Zieht man hiervon ab die nach 12 c vorhandene Menge kohlensauren Strontians mit . . . . . . 0,045936 « «

so bleibt kohlensaurer Kalk . . 3,246006 p. M.

entsprechend Kalk . . 1,817763 « «

8. Bestimmung der Magnesia.

a) Das Filtrat von 7 a lieferte 0,2662 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . . 0,474795 p. M.

b) Das Filtrat von 7 b lieferte 0,2635 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . . 0,476071 « «

Mittel . . 0,475433 p. M.

9. Bestimmung der Chloralkalimetalle.

a) 202,96 *g* Wasser lieferten 2,9566 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . . . . . 14,567402 p. M.

b) 202,84 *g* Wasser lieferten 2,9577 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . . 14,581443 « «

Mittel . . 14,574423 p. M.

10. Bestimmung des Kalis.

Aus den in 9 erhaltenen Chloralkalimetallen wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid abgeschieden. Es ergaben sich:

a) 0,4054 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali 0,385665 p. M.

b) 0,4056 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali 0,386084 « «

Mittel . . 0,385875 p. M.

entsprechend Chlorkalium . . 0,610525 « «

11. Bestimmung des Lithions.

9750 *g* Wasser lieferten reines basisch phosphorsaures Lithion 0,2062 *g*, entsprechend Lithion . . . 0,008215 p. M.

oder Chlorlithium 0,023217 « «

12. Bestimmung des Manganoxyduls, des Baryts und Strontians.

a) 16250 *g* Wasser lieferten 0,0167 *g* Manganoxyduloxyd, entsprechend Manganoxydul . . . . 0,000956 p. M.

b) 16250 *g* Wasser lieferten 0,0320 *g* chromsauren Baryt, entsprechend Baryt . . . . . . 0,001192 p. M.

c) 8125 *g* Wasser lieferten 0,4644 *g* schwefelsauren Strontian, entsprechend Strontian . . . . 0,032242 p. M.

oder kohlensauren Strontian 0,045936 « «

13. Bestimmung des Ammons.

2093,0 *g* Wasser wurden nach dem Ansäuern mit Salzsäure auf ein kleines Volumen eingekocht und dann mit gebrannter Magnesia destilliert. Das Destillat wurde in $^1/_{10}$-Normalschwefelsäure aufgefangen und der Überschuss der letzteren mit $^1/_{10}$-Normalnatronlauge zurücktitriert. Zur Neutralisation des übergegangenen Ammoniaks waren erforderlich 1,80 *cc* $^1/_{10}$-Normalschwefelsäure, entsprechend Ammonium . 0,001555 p. M.

14. Bestimmung der Arsensäure und der Phosphorsäure.

a) 45500 *g* Wasser, der Inhalt eines grossen Ballons, wurden auf etwa 5 Liter eingedampft und mit Salzsäure bis zu deutlich saurer Reaktion versetzt. Man fügte nun etwas Eisenchlorid, dann überschüssigen gefällten reinen kohlensauren Kalk zu, mischte wiederholt, und liefs schliefslich den entstandenen ockerfarbenen Niederschlag sich absetzen. Derselbe mufste

neben überschüssigem Eisenoxydhydrat alle Arsensäure und Phosphorsäure enthalten. Man filtrierte ihn ab, wusch ihn aus, löste in Salzsäure und behandelte mit Schwefelwasserstoff unter Erwärmen. Nach längerem Stehen in der Kälte wurde der entstandene Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und in Bromsalzsäure gelöst. Die Lösung versetzte man mit Eisenchlorür, brachte sie in einen Destillationsapparat, destillierte bis auf einen kleinen Rest ab, fügte zum Rückstand Salzsäure von 1,19 spez. Gew., destillierte neuerdings und wiederholte dies, bis das letzte Destillat mit Schwefelwasserstoff nicht mehr gefällt wurde. Die vereinigten Destillate, mit Schwefelwasserstoff gefällt, ergaben nach dem Behandeln des Niederschlags mit Alkohol, Schwefelkohlenstoff und wiederum mit Alkohol 0,0068 *g* Arsensulfür, entsprechend Arsensäure . . . . 0,000140 p. M.

b) Das in a bei der Fällung mit Schwefelwasserstoff erhaltene Filtrat wurde nach Abscheidung der Kieselsäure wiederholt mit Salpetersäure im Wasserbade verdampft, die Phosphorsäure als phosphormolybdänsaures Ammon gefällt und dieser Niederschlag in phosphorsaure Ammonmagnesia übergeführt. Nach dem Glühen erhielt man daraus pyrophosphorsaure Magnesia 0,0127 *g*, entsprechend Phosphorsäure 0,000178 p. M.

15. Bestimmung der Borsäure.

2230 *g* Wasser wurden mit kohlensaurem Ammon bis zur alkalischen Reaktion versetzt und auf ein kleines Volumen eingeengt. Nach dem Abfiltrieren und Auswaschen der abgeschiedenen Karbonate wurde das Filtrat bis nahe zur Trockne verdampft, die Borsäure durch Ansäuern mit Salzsäure in Freiheit gesetzt und die Salzmasse mit Alkohol extrahiert. Die alkoholische Lösung wurde mit Natronlauge alkalisch gemacht, der Alkohol abdestilliert, die rückständige Lösung in einer Platinschale zur Trockne gebracht

und der Rückstand zur Zerstörung der organischen Substanzen geglüht. Die beim Aufnehmen mit Wasser sich ergebende Lösung wurde unter Zusatz von kohlensaurem Natron erwärmt, der entstehende Niederschlag abfiltriert und aus dem Filtrat der letzte Rest von Kieselsäure durch Eindampfen mit einer ammoniakalischen Zinklösung abgeschieden. Sämtliche im Gange der Analyse erhaltenen Niederschläge wurden auf einen etwaigen Gehalt an Borsäure geprüft; sie wurden erforderlichenfalls gelöst und durch nochmalige Abscheidung von Borsäure befreit. Das nach dem Abfiltrieren des Zinkoxydniederschlages erhaltene Filtrat wurde auf ein kleines Volumen gebracht, nach Zusatz von Methylorange mit $^1/_{10}$-Normalsäure genau neutralisiert und die Kohlensäure durch Kochen am Rückflufskühler verjagt. Hierauf wurde die Lösung mit einer reichlichen Menge Mannit versetzt und die Borsäure unter Verwendung von Phenolphtaleïn als Indikator mit $^1/_{10}$-Normalnatronlauge titriert. Es wurden gebraucht 1,15 *cc* $^1/_{10}$-Normallauge, entsprechend Borsäure . . . . 0,001805 p. M.

16. Bestimmung des Natrons.

Chloralkalimetalle sind vorhanden (nach 9) . . .		14,574423 p. M.
Davon geht ab:		
Chlorkalium (nach 10)	0,610525 p. M.	
Chlorlithium (nach 11)	0,023217 « «	
Summe . .		0,633742 p. M.
Rest Chlornatrium		13,940681 p. M.
entsprechend Natron		7,399285 « «

17. Bestimmung der beim Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon sich ergebenden Sulfate etc.

106,15 *g* Wasser lieferten Sulfate etc. 2,5060 *g*, entsprechend . . . 23,608102 p. M.

II. Berechnung der Analyse.

a) Schwefelsaurer Baryt.

Baryt ist vorhanden (12 b)		0,001192 p. M.
bindend Schwefelsäure		0,000622 « «
zu schwefelsaurem Baryt . .		0,001814 p. M.

b) Schwefelsaurer Strontian.

Schwefelsäure ist vorhanden (3) . .	0,017747 p. M.	
davon ist gebunden an Baryt (a) .	0,000622 « «	
Rest: Schwefelsäure . .		0,017125 p. M.
bindend Strontian		0,022160 « «
zu schwefelsaurem Strontian . .		0,039285 p. M.

c) Phosphorsaurer Kalk.

Phosphorsäure ist vorhanden (14 b)		0,000178 p. M.
bindend Kalk		0,000211 « «
zu dreibasisch phosphorsaurem Kalk . .		0,000389 p. M.

d) Arsensaurer Kalk.

Arsensäure ist vorhanden (14 a)		0,000140 p. M.
bindend Kalk		0,000102 « «
zu arsensaurem Kalk . .		0,000242 p. M.

e) Borsaurer Kalk.

Borsäure ist vorhanden (15)		0,001805 p. M.
bindend Kalk		0,001444 « «
zu borsaurem Kalk . .		0,003249 p. M.

f) Bromnatrium.

Brom ist vorhanden (2b)		0,003284 p. M.
bindend Natrium		0,000947 « «
zu Bromnatrium . .		0,004231 p. M.

g) Jodnatrium.

Jod ist vorhanden (2a)		0,000032 p. M.
bindend Natrium		0,000006 « «
zu Jodnatrium . .		0,000038 p. M.

h) Chlornatrium.

Natron ist vorhanden (16)		7,399285 p. M.
entsprechend Natrium		5,492866 « «
Davon ist gebunden:		
an Jod (g)	0,000006 p. M.	
« Brom (f)	0,000947 « «	
zusammen . .		0,000953 « «
Rest Natrium . .		5,491913 p. M.
bindend Chlor . .		8,446348 « «
zu Chlornatrium . .		13,938261 p. M.

i) Chlorkalium.

Kali ist vorhanden (10)	0,385875 p. M.
entsprechend Kalium	0,320403 « «
bindend Chlor	0,290122 « «
zu Chlorkalium . .	0,610525 p. M.

k) Chlorlithium.

Lithion ist vorhanden (11)	0,008215 p. M.
entsprechend Lithium	0,003842 « «
bindend Chlor	0,019375 « «
zu Chlorlithium . .	0,023217 p. M.

l) Chlorammonium.

Ammonium ist vorhanden (13)		0,001555 p. M.
bindend Chlor		0,003049 « «
zu Chlorammonium . .		0,004604 p. M.

m) Chlorkalzium.

Chlor ist vorhanden (1)		10,827900 p. M.
Davon ist gebunden:		
an Natrium (h)	8,446348 p. M.	
« Kalium (i)	0,290122 « «	
« Lithium (k)	0,019375 « «	
« Ammonium (l)	0,003049 « «	
zusammen . .		8,758894 « «
Rest Chlor . .		2,069006 p. M.
bindend Kalzium . .		1,167281 « «
zu Chlorkalzium . .		3,236287 p. M.

n) Kohlensaurer Kalk.

Kalk ist vorhanden (7)		1,817763 p. M.
Davon ist gebunden:		
als Kalzium an Chlor (m) . .	1,634193 p. M.	
an Arsensäure (d)	0,000102 « «	
« Phosphorsäure (c)	0,000211 « «	
« Borsäure (e)	0,001444 « «	
zusammen . .		1,635950 « «
Rest Kalk . .		0,181813 p. M.
bindend Kohlensäure . .		0,142853 « «
zu einfach kohlensaurem Kalk . .		0,324666 p. M.

o) Kohlensaure Magnesia.

Magnesia ist vorhanden (8)		0,475433 p. M.
bindend Kohlensäure		0,518311 « «
zu einfach kohlensaurer Magnesia . .		0,993744 p. M.

p) Kohlensaurer Strontian.

Strontian ist vorhanden (12 c)	0,032242 p. M.
davon ist gebunden an Schwefelsäure (b)	0,022160 « «
Rest Strontian . .	0,010082 p. M.
bindend Kohlensäure . .	0,004282 « «
zu einfach kohlensaurem Strontian . .	0,014364 p. M.

q) Kohlensaures Eisenoxydul.

Eisenoxydul ist vorhanden (6)	0,037413 p. M.
bindend Kohlensäure	0,022863 « «
zu einfach kohlensaurem Eisenoxydul . .	0,060276 p. M.

r) Kohlensaures Manganoxydul.

Manganoxydul ist vorhanden (12 a)	0,000956 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000592 « «
zu einfach kohlensaurem Manganoxydul . .	0,001548 p. M.

s) Kieselsäure.

Kieselsäure ist vorhanden (5)	0,029865 p. M.

t) Freie Kohlensäure.

Kohlensäure ist vorhanden (4)		3,554889 p. M.
Davon ist gebunden zu neutralen Salzen:		
an Kalk (n)	0,142853 p. M.	
« Magnesia (o)	0,518311 « «	
« Strontian (p)	0,004282 « «	
« Eisenoxydul (q)	0,022863 « «	
« Manganoxydul (r)	0,000592 « «	
zusammen . .		0,688901 « «
Rest Kohlensäure . .		2,865988 p. M.
Davon ist mit den einfach kohlensauren Salzen zu Bikarbonaten verbunden		0,688901 « «
Rest völlig freie Kohlensäure . .		2,177087 p. M.

III. Kontrolle der Analyse.

Berechnet man die einzelnen Bestandteile des Wassers auf den Zustand, in welchem sie in dem Rückstande enthalten sein müssen, der in 17 durch Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon erhalten wurde, so ergeben sich folgende Zahlen:

Gefunden:	Natron 7,399285 p. M., berechnet als schwefelsaures Natron	16,938523 p. M.
«	Kali 0,385875 p. M., berechnet als schwefelsaures Kali	0,713480 « «
«	Lithion 0,008215 p. M., berechnet als schwefelsaures Lithion	0,030095 « «
«	Baryt 0,001192 p. M., berechnet als schwefelsaurer Baryt	0,001814 « «
«	Strontian 0,032242 p. M., berechnet als schwefelsaurer Strontian	0,057159 « «
«	Kalk 1,817763 p. M., berechnet als schwefelsaurer Kalk	4,416515 « «
«	Magnesia 0,475433 p. M., berechnet als schwefelsaure Magnesia	1,418524 « «
«	Eisenoxydul 0,037413 p. M., berechnet als Eisenoxyd	0,041570 « «
«	Manganoxydul 0,000956 p. M., berechnet als schwefelsaures Manganoxydul .	0,002034 « «
«	Arsensäure	0,000140 « «
«	Phosphorsäure	0,000178 « «
«	Kieselsäure	0,029865 « «
		23,649897 p. M.
Direkt gefunden wurden (17)		23,608102 « «

IV. Zusammenstellung der Resultate.

Bestandteile der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zu Homburg v. d. Höhe.

a) Die kohlensauren Salze als einfache Karbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:
Chlornatrium (Na Cl)	13,938261
Chlorkalium (K Cl)	0,610525
Chlorlithium (Li Cl)	0,023217
Chlorammonium (NH_4 Cl)	0,004604
Chlorkalzium (Ca Cl_2)	3,236287
Bromnatrium (Na Br)	0,004231
Jodnatrium (Na J)	0,000038
Schwefelsaurer Baryt (Ba SO_4)	0,001814
Schwefelsaurer Strontian (Sr SO_4)	0,039285
Kohlensaurer Strontian (Sr CO_3)	0,014364
« Kalk (Ca CO_3)	0,324666
Kohlensaure Magnesia (Mg CO_3)	0,993744
Kohlensaures Eisenoxydul (Fe CO_3)	0,060276
« Manganoxydul (Mn CO_3)	0,001548
Borsaurer Kalk (Ca B_2 O_4)	0,003249
Arsensaurer Kalk ($Ca_3[AsO_4]_2$)	0,000242
Phosphorsaurer Kalk ($Ca_3[PO_4]_2$)	0,000389
Kieselsäure (Si O_2)	0,029865
Summe	19,286605
Kohlensäure, mit den einfachen Karbonaten zu Bikarbonaten verbundene (CO_2)	0,688901
Kohlensäure, völlig freie (CO_2)	2,177087
Summe aller Bestandteile	22,152593

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Rubidium, Caesium, Tonerde, Fluor, Salpetersäure.

b) Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bikarbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:
Chlornatrium ($NaCl$)	13,938261
Chlorkalium (KCl)	0,610525
Chlorlithium ($LiCl$)	0,023217
Chlorammonium (NH_4Cl)	0,004604
Chlorkalzium ($CaCl_2$)	3,236287
Bromnatrium ($NaBr$)	0,004231
Jodnatrium (NaJ)	0,000038
Schwefelsaurer Baryt ($BaSO_4$)	0,001814
Schwefelsaurer Strontian ($SrSO_4$)	0,039285
Doppelt kohlensaurer Strontian ($SrO[CO_2]_2$)	0,018646
« « Kalk ($CaO[CO_2]_2$)	0,467519
« kohlensaure Magnesia ($MgO[CO_2]_2$)	1,512055
« kohlensaures Eisenoxydul ($FeO[CO_2]_2$)	0,083139
« « Manganoxydul ($MnO[CO_2]_2$)	0,002140
Borsaurer Kalk (CaB_2O_4)	0,003249
Arsensaurer Kalk ($Ca_3[AsO_4]_2$)	0,000242
Phosphorsaurer Kalk ($Ca_3[PO_4]_2$)	0,000389
Kieselsäure (SiO_2)	0,029865
Summe	19,975506
Kohlensäure, völlig freie (CO_2)	2,177087
Summe aller Bestandteile	22,152593

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Siehe a.

Auf Volumen berechnet beträgt bei Quellentemperatur (9,4 ° C.) und Normalbarometerstand die völlig freie Kohlensäure in 1000 *cc* Wasser 1156,60 *cc*.

c) Die Bestandteile des Mineralwassers unter der Annahme vollständiger Dissoziation als Ionen ausgedrückt.

Nimmt man an, dass die Salze in dem Mineralwasser vollständig dissoziiert sind, so gibt die folgende Tabelle den Gehalt eines Liters desselben in Ionen an, und zwar sind in der ersten Spalte die Gramme, in der zweiten die Milligramm-Atom-, bezw. -Molekulargewichte (Milli-Molen) und in der dritten die Milligramm-Äquivalentgewichte pro Liter angeführt.

Die Kieselsäure und die freie Kohlensäure sind nicht auf Ionen berechnet worden, weil sie nur einer sehr geringen Dissoziation fähig sind.

Kationen in 1 Liter.	Gramm.	Milli-Mol.	Milligramm-Äquivalente.
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$)	0,325416	8,3120	8,3120
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$)	5,578807	242,0307	242,0307
Lithium-Ion ($Li^{\cdot}$)	0,003902	0,5551	0,5551
Ammonium-Ion ($NH_4^{\cdot}$)	0,001579	0,0874	0,0874
Kalzium Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$)	1,318717	32,9679	65,9358
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$)	0,291446	11,9641	23,9282
Baryum-Ion ($Ba^{\cdot\cdot}$)	0,001084	0,0079	0,0157
Strontium-Ion ($Sr^{\cdot\cdot}$)	0,027689	0,3161	0,6322
Eisen-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$)	0,029554	0,5278	1,0555
Mangan-Ion ($Mn^{\cdot\cdot}$)	0,000752	0,0137	0,0274
			342,5800
Anionen in 1 Liter.			
Chlor-Ion (Cl')	10,997313	310,2204	310,2204
Brom-Ion (Br')	0,003335	0,0417	0,0417
Jod-Ion (J')	0,000033	0,0003	0,0003
Einwertiges Kohlensäure-Ion (HCO_3')	1,940338	31,8036	31,8036
Zweiwertiges Schwefelsäure-Ion (SO_4'')	0,021627	0,2251	0,4503
Zweiwertiges Borsäure-Ion (B_2O_4'')	0,002252	0,0262	0,0524
Dreiwertiges Arsensäure-Ion (AsO_4''')	0,000172	0,0012	0,0037
Dreiwertiges Phosphorsäure-Ion (PO_4''')	0,000242	0,0025	0,0076
			342,5800
Freie Kieselsäure (H_2SiO_3) in 1 Liter	0,039382	0,5022	
Freies Kohlendioxyd (CO_2) in 1 Liter	2,211150	50,2534	

B. Physikalisch-chemische Untersuchung.

Die physikalisch-chemische Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit und auf die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung. Die Untersuchungen wurden an der Mineralquelle selbst mit frisch entnommenem Mineralwasser ausgeführt. Die Bestimmung der Leitfähigkeit geschah an demselben Tage, an welchem auch die Entnahme des Mineralwassers für die chemische Analyse erfolgte, am 1. November 1906. Die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung führte mein Assistent, Dr. Czapski, am darauffolgenden Tage (2. November 1906) aus.

Spezifische Leitfähigkeit.

Die spezifische Leitfähigkeit wurde mit Hilfe der Telephonmessbrücke bestimmt. Die Länge des gerade ausgespannten Brückendrahtes betrug 1000 *mm*. Das Widerstandsgefäss hatte die Kohlrausch'sche **U**-förmige Form und stand in einem durch einen schlechten Wärmeleiter gegen die Aussentemperatur geschützten Blechkasten, der mit frisch entnommenem Mineralwasser gefüllt war.

Die Ergebnisse der Einzelbestimmungen sind folgende:

Kapazität des Widerstandsgefässes.

Inhalt: 1/10 Normal-Chlorkalium-Lösung.
Temperatur: + 10,00° C.

Widerstand R im Rheostaten	Ablesung a auf dem Brückendraht	$\frac{a}{1000-a}$	Gesuchter Widerstand Ω
460	692	2,2468	1033,5
560	650	1,8571	1040,0
860	547	1,2075	1038,5
1060	495	0,98022	1039,0
1090	488	0,95313	1038.9
1040	499	0,99600	1035,8
1100	485	0,94174	1035,9
		Mittel	1037,4

Spezifische Leitfähigkeit: $\varkappa_{10,00^0} = 0,00933$ (nach Kohlrausch).
Kapazität des Gefässes: $C = 1037,4 \times 0,00933 =$ **9,6790.**

Bestimmung der Leitfähigkeit.

Temperatur: + 10,00° C.

Widerstand R im Rheostaten	Ablesung a auf dem Brückendraht	$\frac{a}{1000-a}$	Gesuchter Widerstand Ω
290	604	1,5253	442,34
350	558	1,2624	441,84
400	525	1,1053	442,12
440	502	1,0080	443,52
470	485	0,94174	442,62
480	480	0,92308	443,08
460	491	0,96463	443,73
		Mittel	442,75

$$\varkappa_{10,00^0} = \frac{C}{442,75} = 0,021861$$ **reziproke Ohm.**

Die spezifische Leitfähigkeit des Wassers der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zu Homburg v. d. Höhe bei 10,00 ^{0} C., d. h. die Leitfähigkeit einer Schicht von 1 *cm* Länge und 1 *qcm* Querschnitt beträgt hiernach 0,021861 reziproke Ohm. Nach der Zusammenstellung, Seite 19, enthält 1 Liter Mineralwasser 342,5800 *mg*-Äquivalente Kationen und 342,5800 *mg*-Äquivalente Anionen, daher auch dieselbe Anzahl *mg*-Äquivalente Salze. Hieraus berechnet sich die Äquivalent-Konzentration eines Kubikzentimeters Wasser der Quelle zu 0,00034258.

Dividiert man die spezifische Leitfähigkeit $\varkappa_{10,00^0} = 0{,}021861$ durch die Äquivalent-Konzentration 0,00034258, so erhält man die Äquivalentleitfähigkeit Λ, bezogen auf 1/(*cm*-Ohm) bei 10,00 ^{0} C. zu 63,81.

Gefrierpunkts-Erniedrigung.

Behufs Bestimmung der Gefrierpunkts-Erniedrigung wurde das Wasser der Quelle in Flaschen gefüllt und diese, um jeden Verlust an Kohlensäure zu vermeiden, fest zugestopft in Eis gestellt. Nach längerer Zeit wurde das so abgekühlte Wasser in das in der Kältemischung befindliche Gefriergefäss des Beckmann'schen Apparates gebracht und die Bestimmung ausgeführt. Es ergab sich eine Gefrierpunkts-Erniedrigung des Wassers der Quelle um —1,183 ^{0} C.

Hieraus berechnet sich die osmotische Konzentration der im Wasser der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zu Homburg v. d. Höhe gelösten Stoffe zu

$$\frac{-1{,}183}{-1{,}85} = 0{,}639459 \text{ Molen.}$$

C. Charakter der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle und Vergleichung derselben mit anderen Mineralquellen.

Die Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle gehört wie die übrigen Homburger Mineralquellen zu den kalten Kochsalzquellen. Von allen Homburger Mineralquellen ist sie die an gelösten Bestandteilen überhaupt und besonders an Kochsalz reichste und übertrifft selbst den Landgrafenbrunnen sehr erheblich.

In der nachfolgenden Tabelle stelle ich die Analyse der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zusammen mit der Analyse des Landgrafenbrunnens und mit der neuesten Analyse des Elisabethenbrunnens. Es lässt sich aus dieser Tabelle erkennen, in welchem Verhältnis die drei Mineralquellen hinsichtlich des Gehaltes an in wägbarer Menge vorhandenen Bestandteilen zu einander stehen.

Vergleichende Zusammenstellung der Analysen der Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle, des Landgrafenbrunnens und des Elisabethenbrunnens zu Homburg v. d. H. hinsichtlich der in wägbarer Menge vorhandenen Bestandteile.

(Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bikarbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.)

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:		
	Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	**Landgrafenbrunnen**	**Elisabethenbrunnen**
	H. Fresenius **1906**	H. Fresenius **1904**	H. Fresenius **1901**
Chlornatrium ($NaCl$) . . .	13,938261	9,878044	7,767251
Chlorkalium (KCl)	0,610525	0,368389	0,272864
Chlorlithium ($LiCl$)	0,023217	0,020748	0,015136
Chlorammonium (NH_4Cl) . .	0,004604	0,002594	0,010848
Chlorkalzium ($CaCl_2$) . . .	3,236287	1,760640	1,281842
Bromnatrium ($NaBr$) . . .	0,004231	0,004135	0,002954
Jodnatrium (NaJ)	0,000038	0,000018	0,000032
Schwefelsaurer Baryt ($BaSO_4$)	0,001814	0,001557	0,001020
Schwefelsaurer Strontian ($SrSO_4$)	0,039285	0,043435	0,018038
Schwefelsaurer Kalk ($CaSO_4$) .	—	—	0,019594
Doppelt kohlensaurer Strontian [$SrO(CO_2)_2$]	0,018646	0,004741	—
Doppelt kohlensaurer Kalk [$CaO(CO_2)_2$]	0,467519	0,974873	0,802482
Doppelt kohlensaure Magnesia [$MgO(CO_2)_2$]	1,512055	1,108505	0,780704
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul [$FeO(CO_2)_2$] . .	0,083139	0,065196	0,031527
Doppelt kohlensaures Manganoxydul [$MnO(CO_2)_2$] . .	0,002140	0,001738	0,001753
Borsaurer Kalk (CaB_2O_4) .	0,003249	—	—
Arsensaurer Kalk [$Ca_3(AsO_4)_2$]	0.000242	0,000130	0,000199
Phosphorsaurer Kalk [$Ca_3(PO_4)_2$]	0,000389	0,000334	0,000814
Kieselsäure (SiO_2)	0,029865	0,034627	0,025616
Summe . .	19,975506	14,269704	11,032674
Kohlensäure, völlig freie (CO_2)	2,177087	1,834179	2,300613
Summe aller Bestandteile .	22,152593	16,103883	13,333287

Aus der Tabelle ergibt sich, dafs die Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle den Landgrafenbrunnen und den Elisabethenbrunnen übertrifft im Gesamtgehalt aller Bestandteile, im Gehalt an Chlornatrium, Chlorkalium, Chlorlithium, Chlorkalzium, Bromnatrium, Jodnatrium, doppelt kohlensaurer Magnesia und doppelt kohlensaurem Eisenoxydul. Der Landgrafenbrunnen und der Elisabethenbrunnen haben dagegen einen höheren Gehalt an doppelt kohlensaurem Kalk als die Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle. An freier Kohlensäure ist von den drei verglichenen Quellen am reichsten der Elisabethenbrunnen, dann folgt die Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle und dann der Landgrafenbrunnen.

Welche Stellung die Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle zu Homburg v. d. H. anderen Kochsalzquellen gegenüber einnimmt, geht aus den folgenden vergleichenden Zusammenstellungen hervor, zu welchen ich heranziehe aufser dem Landgrafenbrunnen und dem Elisabethenbrunnen zu Homburg v. d. H. die Elisabeth-, die Viktoria- und die Oranien-Quelle zu Kreuznach, die Rakoczy- und Pandur-Quelle zu Kissingen und die Salzquelle zu Pyrmont. Die vergleichenden Zusammenstellungen betreffen die Gehalte an: 1. Kochsalz, 2. Chlorlithium, 3. Bromnatrium, 4. Jodnatrium, 5. Chlorkalzium, 6. kohlensaurem Kalk, 7. kohlensaurer Magnesia und 8. kohlensaurem Eisenoxydul.

1. Vergleichung des Gehaltes an Kochsalz.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Kochsalz:
Kreuznach, Oranien-Quelle	14,153
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	13,938261
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	10,518373
Kreuznach, Viktoria-Quelle	10,377085
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	9,878044
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	7,767251
Pyrmont, Salzquelle	7,05747
Kissingen, Rakoczy-Quelle	5,82205
Kissingen, Pandur-Quelle	5,52071

2. Vergleichung des Gehaltes an Chlorlithium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Chlorlithium:
Kreuznach, Viktoria-Quelle	0,065561
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	0,065522
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	0,023217
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	0,020748
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,02002
Kissingen, Pandur-Quelle	0,01680
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	0,015136
Pyrmont, Salzquelle	0,00625
Kreuznach, Oranien-Quelle	—

3. Vergleichung des Gehaltes an Bromnatrium[1]).

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Bromnatrium:
Kreuznach, Oranien-Quelle	0,2598
Kreuznach, Viktoria-Quelle	0,058957
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	0,049909
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,00838
Kissingen, Pandur-Quelle	0,00709
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	0,004231
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	0,004135
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	0,002954
Pyrmont, Salzquelle	—

4. Vergleichung des Gehaltes an Jodnatrium[2]).

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Jodnatrium:
Kreuznach, Oranien-Quelle	0,001500
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	0,000431
Kreuznach, Viktoria-Quelle	0,000383
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	0,000038
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	0,000032
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	0,000018
Kissingen, Rakoczy-Quelle	—
Kissingen, Pandur-Quelle	—
Pyrmont, Salzquelle	—

[1]) Bei den Quellen, in deren Analysen das Brom als Brommagnesium aufgeführt ist, wurde dies der Vergleichung halber auf Bromnatrium umgerechnet.

[2]) Bei den Quellen, in deren Analysen das Jod als Jodmagnesium aufgeführt ist, wurde dies der Vergleichung halber auf Jodnatrium umgerechnet.

5. Vergleichung des Gehaltes an Chlorkalzium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Chlorkalzium:
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Qnelle	3,236287
Kreuznach, Oranien-Quelle	2,960
Kreuznach, Viktoria-Quelle	2,033214
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	1,974234
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	1,760640
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	1,281842
Kissingen, Rakoczy-Quelle	—
Kissingen, Pandur-Quelle	—
Pyrmont, Salzquelle	—

6. Vergleichung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile kohlensaurer Kalk:
Pyrmont, Salzquelle	1,68860
Kissingen, Rakoczy-Quelle	1,06096
Kissingen, Pandur-Quelle	1,01484
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	0,676995
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	0,557279
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	0,324666
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	0,127114
Kreuznach, Oranien-Quelle	0.032
Kreuznach, Viktoria-Quelle	—

7. Vergleichung des Gehaltes an kohlensaurer Magnesia.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile kohlensaure Magnesia:
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	0,993744
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	0,728525
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	0,512337
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	0,237449
Kreuznach, Viktoria-Quelle	0,141047
Kreuznach, Oranien-Quelle	0,0169
Kissingen, Pandur-Quelle	0,04479
Pyrmont, Salzquelle	0,02495
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,01704

8. Vergleichung des Gehaltes an kohlensaurem Eisenoxydul.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile kohlensaures Eisenoxydul:
Homburg v. d. H., Kaiserin Auguste Viktoria-Quelle	0,060276
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen	0,047267
Kreuznach, Oranien-Quelle	0,045
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,03158
Kreuznach, Elisabeth-Quelle	0,030284
Kreuznach, Viktoria-Quelle	0,028339
Kissingen, Pandur-Quelle	0,02771
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen	0,022857
Pyrmont, Salzquelle	—